
第11章 高速铁路隧道工程

第11章 高速铁路隧道工程

本章基本要求：

- 1、了解高速铁路隧道的发展历史。
- 2、了解高速铁路隧道存在的主要空气动力学问题及其影响因素。
- 3、掌握高速铁路隧道断面设计的一些基本要求。
- 4、掌握高速铁路隧道减小空气动力学效应的常规措施。

第11章 高速铁路隧道工程

11.1 概述

高速铁路主要形式 { 轮轨铁路：常
磁悬浮：德国，我国上海
管道磁浮：处于研究阶段

高速铁路具有**新颖、快速、经济、舒适**的旅行环境，优质的运输服务等特点，从而提高了铁路与其它运输方式竞争的能力，成为世界铁路旅客运输发展的共同趋势，也是铁路技术现代化的标志。

第11章 高速铁路隧道工程

高速铁路的发展历史

1964年日本铁路新干线的运营（最高时速200km/h）标志着铁路高速技术进入实用化阶段。

1980年以后，法国、德国、意大利、西班牙、英国、比利时、瑞士、俄罗斯等国都先后开始兴建高速铁路，其最高时速已经达到300~350km/h。

目前，日本、法国正在研究和开发时速500km的超高速铁路，预计21世纪初开通的日本中央新干线就是一例。

第11章 高速铁路隧道工程

高速铁路的发展，必然伴随大量隧道工程的出现，这要是因为高速铁路的线路技术标准（平纵断面）要远远高于普通铁路。

国外已建的大部分高速铁路隧道所占的比例均较大，日本山阳线隧道占线路总长的50%。

我国将于近几年兴建的高速铁路包括武广、京沪、郑西、石太、京津、合宁、合武、温福、福厦、甬温、沪汉蓉大道等十余条线路。其中隧道占有相当大的比例。

第11章 高速铁路隧道工程

11.2 高速铁路隧道空气动力学问题

当列车进入隧道时，原来占据着空间的空气被排开，空气的粘性以及隧道壁面和列车表面的摩阻作用使得被排开的空气不像隧道外那样及时、顺畅地沿列车两侧和上部形成绕流。于是，列车前方的空气受压缩，列车后方则形成一定的负压，从而对运营产生一系列负面影响的空气动力学效应。

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.1 主要空气动力学效应

- (1) 由于**瞬变压力**，造成旅客耳膜不适，舒适度降低，并对路员工和车辆产生危害；
- (2) **行车阻力加大**，引起对列车动力和能耗的特殊要求；
- (3) **列车风加剧**，影响在隧道中待避的作业人员；
- (4) 高速列车进入隧道时，会在隧道出口产生**微压波**，引起破噪声并危及洞口建筑物；
- (5) 列车克服阻力所做的功转化为热量，隧道内**温度升高**；
- (6) 产生空气动力学**噪声**问题（与车速的6~8次方成正比）

第11章 高速铁路隧道工程

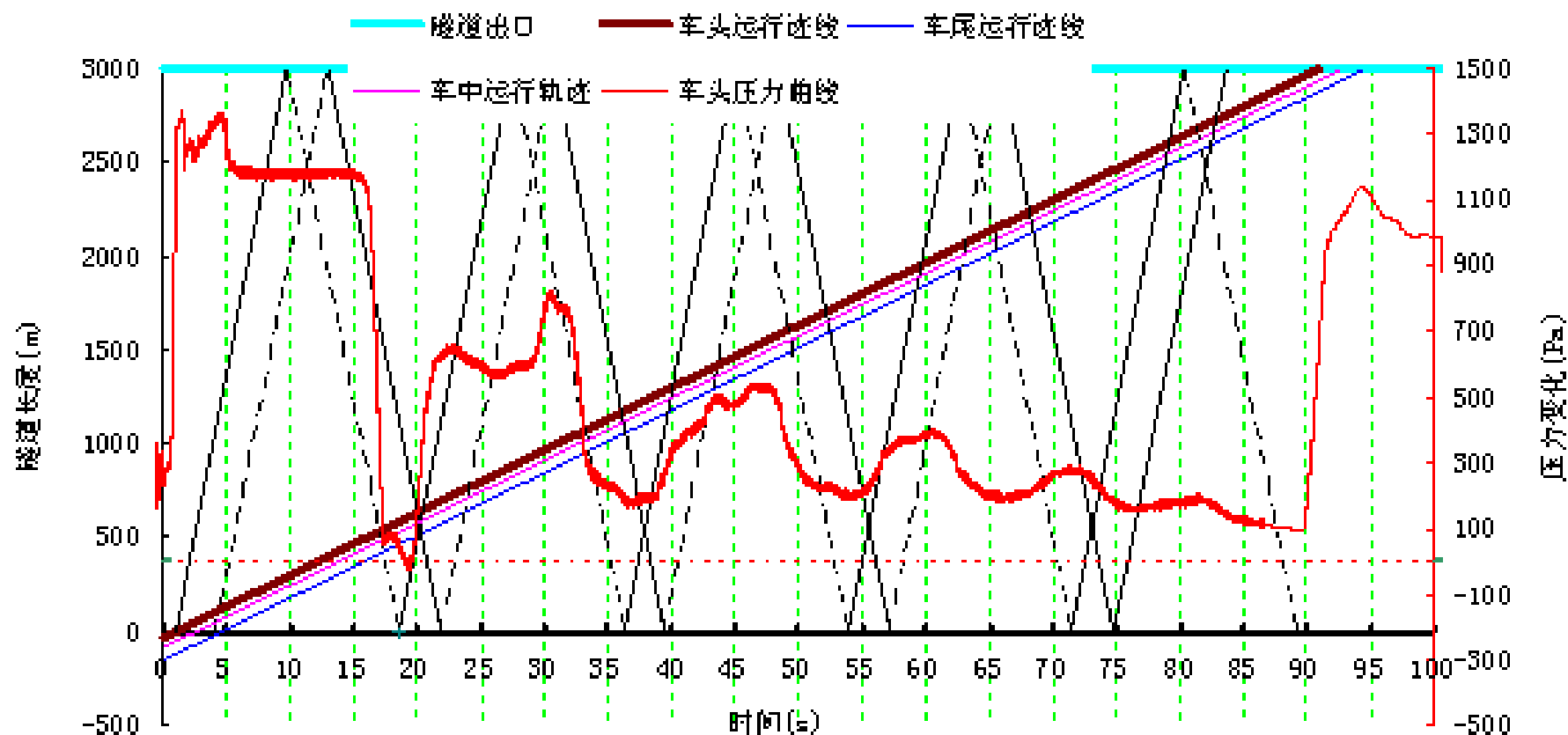
11.2.2 瞬变压力

瞬变压力：列车从开敞的线路刚进入隧道时，列车周围的空气压力由于突然受到隧道有限空间的约束而在短时间产生巨大变化称为瞬变压力。

当瞬变压力由列车外部压力传播到列车内部，再传到体内时，会使旅客产生生理上的不适——即**耳膜压感不适**，从而大大降低乘客的舒适度。瞬变压力在一定值范围内，体不会有明显感觉，超过一定值时，会明显不适。

第11章 高速铁路隧道工程

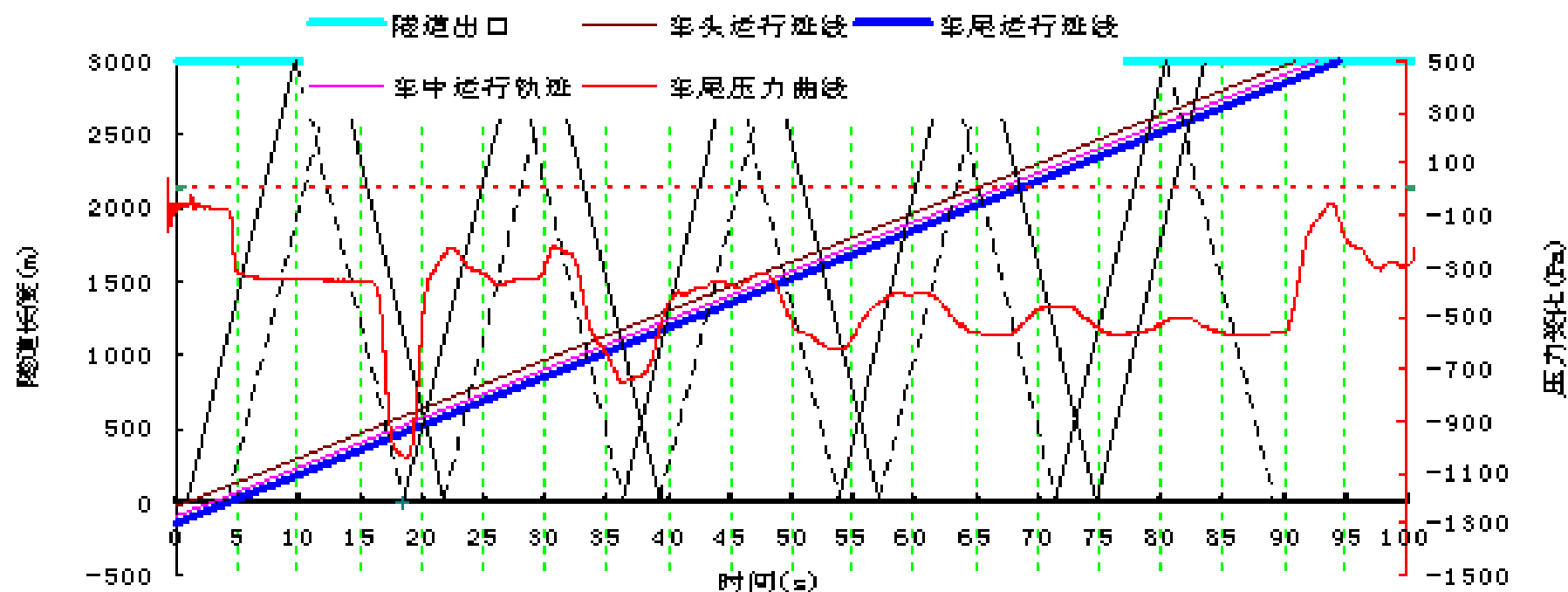
11.2.2 瞬变压力



车头压力变化情况

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.2 瞬变压力



车尾压力变化情况

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.2 瞬变压力

目前研究表明：

- 列车在明线上行驶，车头压力约为300Pa，车中压力基本为0，车尾压力为负值；
- 在进入隧道洞口过程中，车头压力急剧上升，车尾压力则现下降；
- 对于铁路隧道，当列车速度在160km/h以下时，人体没有明显感觉，当行车速度在200km/h以上时，会有明显不适感觉。
- 对于地铁区间隧道，当列车速度在80km/h以下时，人体无明显感觉，当行车速度在120km/h以上时，会有明显不适感。

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.2 瞬变压力

瞬变压力的描述:

1、“峰对峰”最大值 $(\Delta P)_{\max}$

2、最大变化率 $(dP/dt)_{\max}$

目前通常采用某一指定时间（3s或4s）内压力变化的“**对峰**”最大值来描述压力瞬变的程度。

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.2 瞬变压力

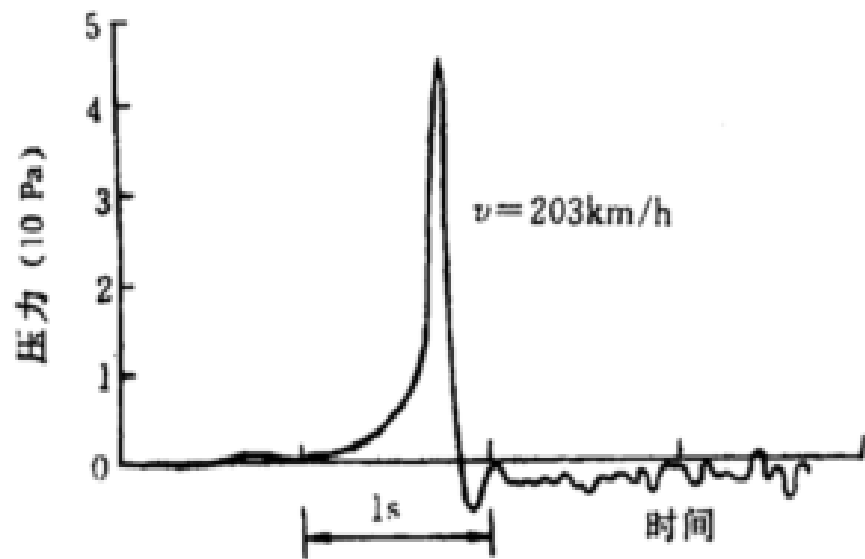
我国高速铁路隧道瞬变压力的建议值

铁路类型	隧道长度 (占线路长度的比例)			隧道密集程度 (座/h)	瞬变压力 (kPa/3s)
A (平原)	单线	<10%	而且	<4	2.0
B (平原)	双线	<10%	而且	<4	3.0
A (山丘)	单线	>25%	或者	>4	0.8
B (山丘)	双线	>25%	或者	>4	1.25

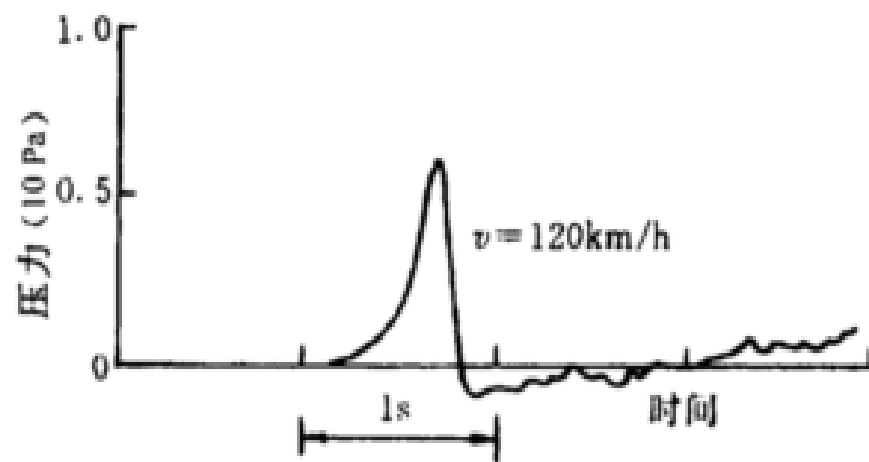
第11章 高速铁路隧道工程

11.2.3 微气压波

微气压波：是列车突入隧道时形成的压缩波，在隧道传播到达**出口**时向外放射脉冲状的压力波。



(a) 列车入洞速度大时



(b) 列车入洞速度小时

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.3 微气压波

在短隧道中，微气压波最大值与速度的3次方成正比，与出口距离成反比。考虑隧道洞口地形的影响，可近似用下式求出：

$$p = \left(\frac{Kv^3}{r} \right)$$

在比较长的隧道中，微气压波最大值与壁面状态有很大关系。板式道床较大，碎石道床较小。

第11章 高速铁路隧道工程

11.2.3 微气压波

我国高速铁路隧道洞口微气压波的控制基准

条件		微压波峰值 p_{max}			
		日本	DB	京沪暂规	
洞口有建筑物	建筑物无特殊环境要求	建筑物处 $p_{max} < 20Pa$	建筑物无特殊环境要求	建筑物处 $p_{max} < 20Pa$	
	建筑物有特殊环境要求	按要求		按要求	
洞口无建筑物 (或住宅距洞口大于50m)		距洞口20m处 $p_{max} < 50Pa$		建筑物有特殊环境要求	距洞口20m处 $p_{max} < 50Pa$
				建筑物无特殊环境要求	不设

第11章 高速铁路隧道工程

11.3 高速铁路隧道的横断面

高速铁路隧道的设计特点主要体现在隧道横断面的设计上。其横断面面积除了通常要考虑的隧道建筑限界和列车运营要求外，还必须考虑满足列车—隧道空气动力学的要求。

根据我国高速铁路隧道的暂行规定，要满足最大瞬变压力控制标准值 $3.0\text{kPa}/3\text{s}$ 的要求。

第11章 高速铁路隧道工程

11.3.1 堵塞比

即列车横断面积与隧道横断面积的比值。这里的隧道横断面积，通常是指轨道面以上的断面积。

一些国家高速铁路隧道的基本参数

国家	法国	德国	意大利		日本		西班牙
列车最高速度 (km/h)	270	250	250	300	220	240	300
列车横断面积 (m ²)	10	11-3	9.7		12.6	12.6	10
隧道横断面积 (m ²)	71	82	53.8	76	60.5	63.8	75
堵塞比	0.13~0.15	0.13	0.18	0.13	0.21~0.22	0.20~0.21	0.13
线间距(m)	4.2	4.7	4.0	11-0	4.2	4.3	4.5~4.7

我国高速铁路隧道堵塞比暂定为0.10~0.12。

第11章 高速铁路隧道工程

11.3.2 隧道横断面

高速铁路隧道横断面设计除了通常要考虑的隧道建筑限界和列车运营安全要求（如检查道、避难路及通风、照明、通讯等设施的空间需求）外，还必须考虑满足列车—隧道空气动力学的要求。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/216042012102010134>